

Ari Viitala

TURVEPOLTTOAINEEN NÄYTTEENOTTOTAPAHTUMAN
VAIKUTUS POLTTOAINEEN KOSTEUTEEN

Energiatekniikan koulutusohjelma
2010

TURVEPOLTTOAINEEN NÄYTTEENOTTOTAPAHTUMAN VAIKUTUS POLTTOAINEEN KOSTEUTEEN

Viitala Ari
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Energiatekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2010
Zenger Pekka, Samk
Sivumäärä: 35
Liitteitä: 5

Asiasanat: energiantuotanto, bio-poltto, energiansäästö, kuljetinjärjestelmät, siilo

Tämän opinnäytetyön aiheena oli selvittää Pori Energia Oy:n Aittaluodon voimalaitoksen turvepolttoaineen vastaanotonaikaisen näytteenoton toimintatapojen merkitys polttoaineen kosteuspitoisuuteen.

Pori Energia Oy:n eri toiminnoista kerrottiin yleisellä tasolla ja Aittaluodon voimalaitosprosessin kuvaus oli laajamittaisempi, siinä kerrottiin mm. voimalaitosalueen höyrykattiloista ja niissä käytettävistä polttoaineista.

Työn suorittamiseksi tehtiin manuaalisia näytteenottoja ja näitten analysointeja. Näytteenottojen analysoinnin perusteella voitiin perustellusti osoittaa näytteenoton merkityksen polttoaineen kosteuspitoisuuden oikeellisuuteen.

Tarkastelun yhteydessä osoitettiin virheellisten toimintatapojen vaikutus polttoaineesta saatavaan energiaan sekä tämän hintaan.

TURVEPOLTTOAINEEN NÄYTTEENOTTOTAPAHTUMAN VAIKUTUS POLTTOAINEEN KOSTEUTEEN

Viitala Ari
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Energiatekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2010
Santikko Markku, Pori Energia Oy
Sivumäärä: 35
Liitteitä: 5

Asiasanat: energiantuotanto, bio-poltto, energiansäästö, kuljetinjärjestelmät, siilo

Tämän opinnäytetyön aiheena oli selvittää Pori Energia Oy:n Aittaluodon voimalaitoksen turvepolttoaineen vastaanotonaikaisen näytteenoton toimintatapojen merkitys polttoaineen kosteuspitoisuuteen.

Pori Energia Oy:n eri toiminnoista kerrottiin yleisellä tasolla ja Aittaluodon voimalaitosprosessin kuvaus oli laajamittaisempi, siinä kerrottiin mm. voimalaitosalueen höyrykattiloista ja niissä käytettävistä polttoaineista.

Työn suorittamiseksi tehtiin manuaalisia näytteenottoja ja näitten analysointeja. Näytteenottojen analysoinnin perusteella voitiin perustellusti osoittaa näytteenoton merkityksen polttoaineen kosteuspitoisuuden oikeellisuuteen.

Tarkastelun yhteydessä osoitettiin virheellisten toimintatapojen vaikutus polttoaineesta saatavaan energiaan sekä tämän hintaan.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	PORI ENERGIA OY.....	5
2.1	Pori Energia Oy Aittaluodon voimalaitos.....	6
2.1.1	Yleistä.....	6
2.2	Kattilat....	7
2.2.1	RT-kattila.....	7
2.2.2	R-kattila.....	9
2.2.3	Apukattila.....	10
2.3	Prosessinkuvaus.....	11
3	POLTTOAINEET	12
3.1	Aittaluodon voimalaitoksen polttoaineet	12
3.1.1	Puu polttoaineena.....	12
3.1.2	Öljy polttoaineena.....	13
3.1.3	Turve polttoaineena.....	13
3.1.3.1	Päästökauppa.....	13
4	TURVEPOLTTOAINEEN KÄSITTELY... ..	14
4.1	Yleistä.....	14
4.2	Polttoaineen kosteuden määrittäminen.....	16
4.3	Näytteenotto.....	18
4.3.1	Näytteenottolaitteet.....	19
4.4	Polttoaineen analysointi... ..	20
5	TURVEPOLTTOAINEEN NÄYTTEENOTTOTAPAHTUMA... ..	22
5.1	Kuljettajan ottaman näyte.....	22
5.2	Vertailunäytteen ottotapahtuma... ..	24
6	TUTKIMUSNÄYTTEITTEN ANALYSOINTI... ..	25
7	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	26
7.1	Tarkastelulaskelma tutkimuksen osalta.....	27
7.2	Tarkastelu virheiden vaikutuksesta vuositason tasolla... ..	28
8	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET.....	29
8.1	Käsinäytteenotto.....	29
8.2	Puoliautomaattinen näytteenotto.....	29
8.3	Automaattinen näytteenotto... ..	31
8.4	Näytteenottotapahtuman poistaminen... ..	32
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET	35

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia Pori Energia Oy:n Aittaluodon voimalaitoksen turvepolttoaineen vastaanottoaikaisen näytteenottotapahtuman toimintatapojen vaikutusta turvepolttoaineen kosteuspitoisuuteen, sekä ehdottaa erilaisia toimenpide- tai toimintatapamalleja, mahdollisesti olemassa olevien virheellisten toimintatapojen korjaamiseksi, sekä ennalta ehkäistä virheiden syntyminen.

2 PORI ENERGIA OY

Pori Energia Oy on Porin kaupungin omistama kaukolämmön, höyryn, sähkön, paineilman ja prosessivesien tuotantoa harjoittava energia-alan yritys. Voimalaitokset sijaitsevat Aittaluodossa ja Kaanaassa. Lisäksi Pori Energia Oy:llä on osuutensa mm. Meri - Porin ja Raahen Tuulipuistoissa sekä Harjavallan Suurteollisuuspuistossa toimivasta Suomen Teollisuuden Energiapalvelut - STEP Oy:stä.

Pori Energia Oy on perustettu vuonna 2006, jolloin silloinen Porin Lämpövoima Oy osti Porin Kaupungin energialaitoksen osakekannan ja uuden yhtiön nimeksi tuli Pori Energia Oy. Vuonna 2008 Pori Energia Oy:n liikevaihto oli 121,6 M€

Voimalaitoksilla tuotetaan vuosittain energiaa noin 1,5 TWh, mikä jakaantuu yhteiskunnan ja teollisuuden tarpeisiin. Suurin osa Porin Kaupungin tarvitsemasta kaukolämmöstä tuotetaan tällä hetkellä Kaanaan voimalaitoksella. Harjavallan voimalaitoksen tuotannosta pääosa menee prosessihöyrynä teollisuusasiakkaille. Kaikissa voimalaitoksissa tuotetaan sähköä, kaukolämpöä rakennusten lämmitykseen, prosessihöyryä teollisuuden tarpeisiin sekä vettä eri puhtausasteissa. Harjavallan voimalaitos tuottaa myös paineilmaa teollisuusalueen yrityksille.

Toiminnan tunnusluvut ovat kuvattuina taulukossa 1.

Taulukko 1. Pori Energia Oy:n toiminta numeroin /9/

	1-9/2008	1-9/2009
Liikevaihto (M€)	85,5	95,5
Tulos (M€)	-2,8	-8,9
Investoinnit (M€)	10,9	7,7
Sijoitetun pääoman tuotto %	1,3	-6,9
Omavaraisuusaste	13,9	13,6
Vakinainen henkilöstö	257	246

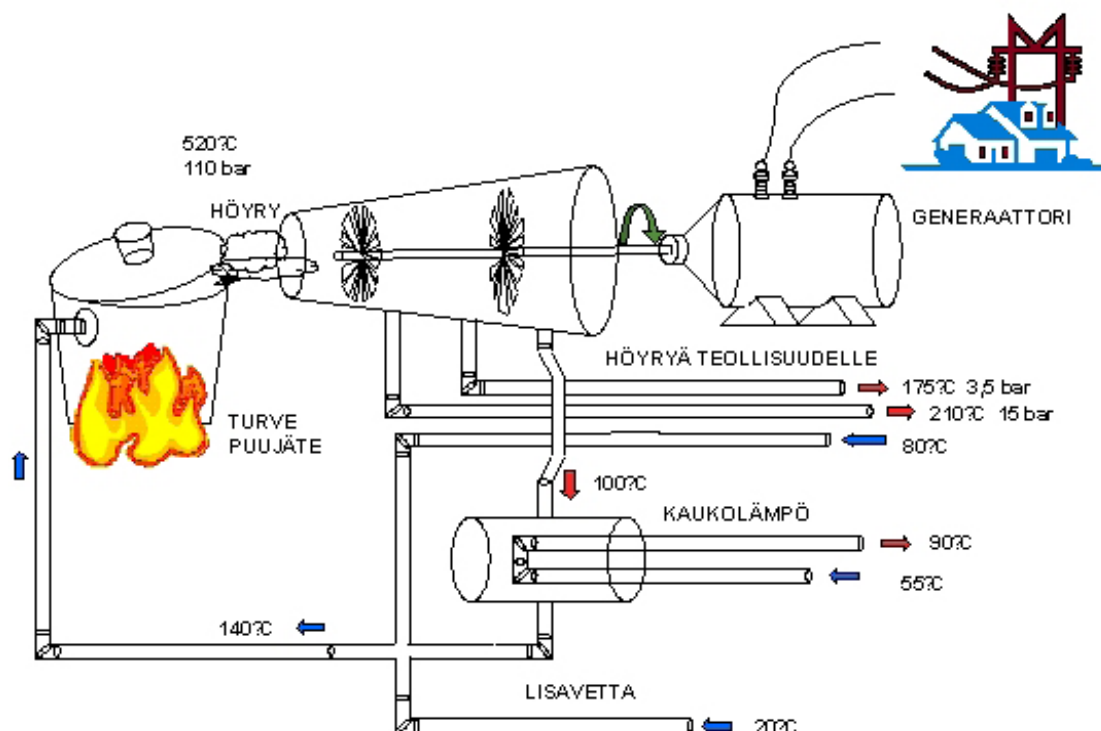
2.1 PORI ENERGIA OY AITTALUODON VOIMALAITOS

2.1.1 Yleistä

Aittaluodon voimalaitos tuottaa energiaa vuodessa n. 1000 GWh, josta noin puolet on kaukolämpöä ja puolet prosessihöyryä ja sähköä. Kuvassa 1 tyypillinen CHP-laitoksen¹ periaate. /1/

Aittaluodon voimalaitokselle on myönnetty ympäristölupapäätös 20.12.2009 /8/

¹ CHP tyypillinen voimalaitos tuottaa sähköä, prosessi- ja kaukolämpöä.



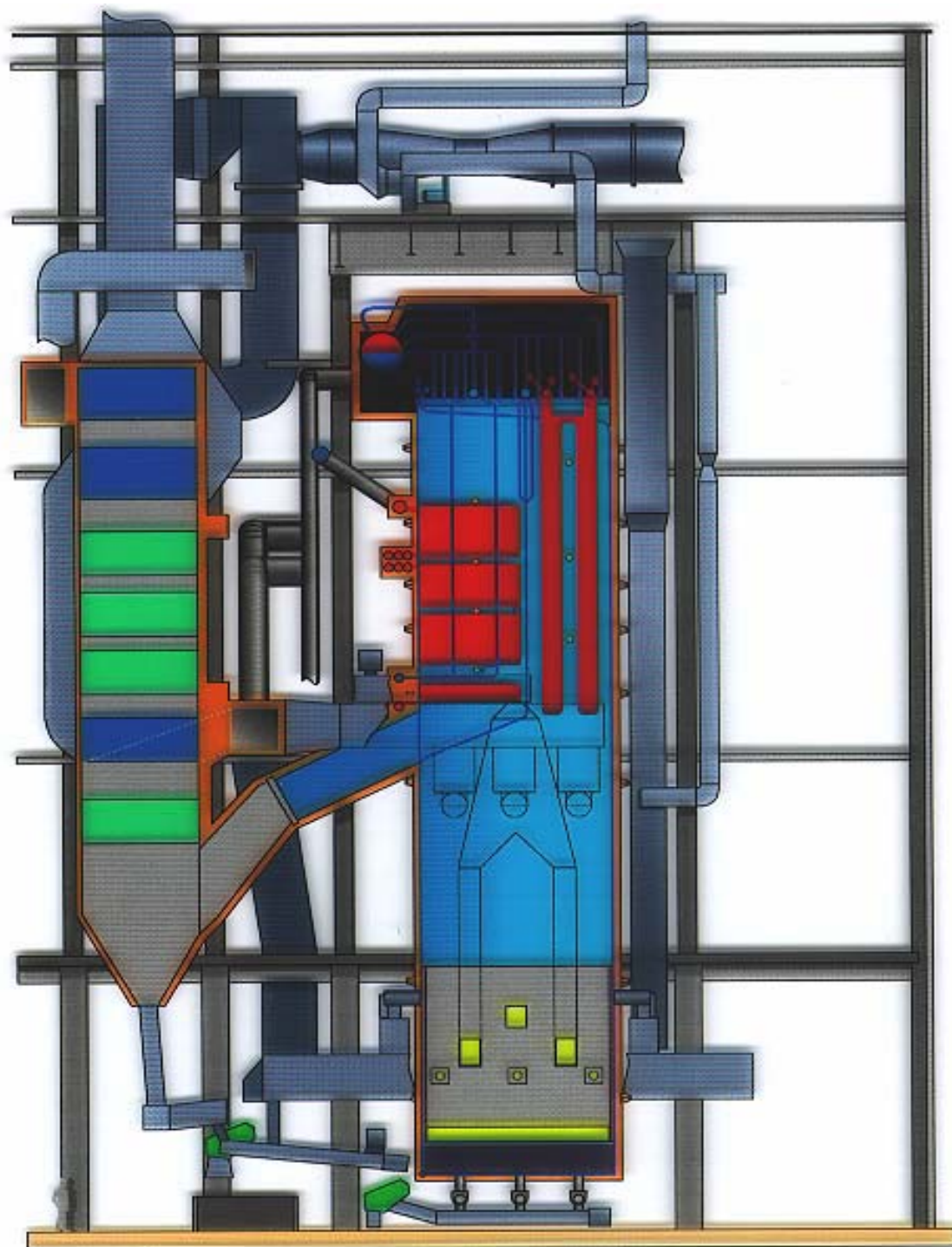
Kuva 1. Kuvaus yleisestä energiantuotannosta (kuva: Roni Vahamäki)

2.2 Kattilat

Aittaluodon voimalaitoksella on kaksi leijupetikattilaa, joiden yhteislämpöteho on 206 MW. Sähköä tuotetaan kaukolämpöturbiinilla ja vastapaineturbiinilla (prosessilämpöturbiini), joiden yhteenlaskettu teho on 55 MW. Prosessihöyryteho 35 MW ja kaukolämpöteho 115 MW. Lisäksi matalapaine-höyrylämmönsiirtimiä 90 MW.

2.2.1 RT-kattila

RT-kattila on otettu käyttöön 1981 arinakattilaksi ja se on muutettu leijukerroskattilaksi vuonna 1996. Taulukossa 2 on esitetty RT-kattilan tekniset tiedot sekä rakennekuva kuvassa 2.



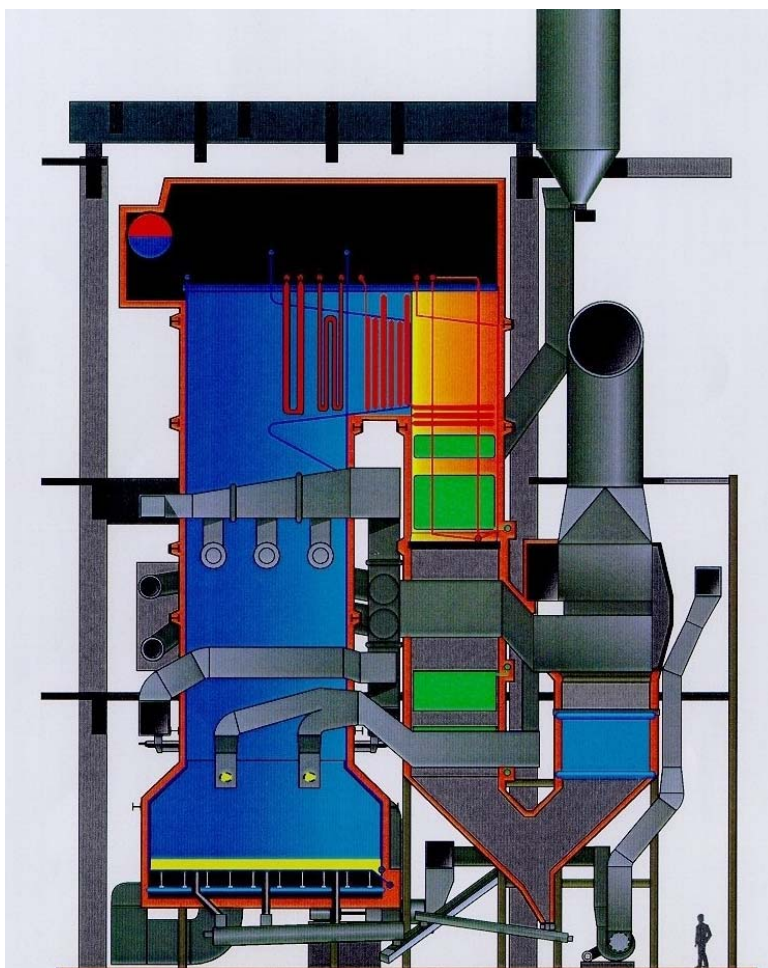
Kuva 2 RT-kattilan halkileikkaus (kuva: Kvaerner Pulping)

Taulukko 2. RT-kattilan tekniset tiedot

Valmistaja	Oy W.Rosenlew AB, Pori
Leijukerrosmuutos	Kvaerner Pulping Oy, Tampere
Tuorehöyryn paine	113 bar
Höyryn kehitys	44 kg/s
Tuorehöyryn lämpötila	525 °C
Leijukerroksen lämpötila	700-950 °C
Kattilateho	116 MW

2.2.2 R-kattila

R-kattila on otettu käyttöön arinakattilaksi vuonna 1968, mutta se on muutettu vuonna 1994 leijukerroskattilaksi. Taulukossa 3 on esitetty R-kattilan tekniset tiedot sekä rakennekuva on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3 R-kattilan halkileikkaus (kuva: Kvaerner Pulping)

Taulukko 3. R-kattilan tekniset tiedot

Valmistaja	Oy W.Rosenlew AB, Pori
Leijukerrosmuutos	Kvaerner Pulping Oy, Tampere
Tuorehöyryn paine	112 bar
Höyryn kehitys	32 kg/s
Tuorehöyryn lämpötila	525 °C
Leijukerroksen lämpötila	700-950 °C
Kattilateho	90 MW

2.2.3 Apukattila

KPA Unicon Oy:n toimittama 46 MW vara- ja huippukuormakattila kattilalaitos sijaitsee vanhassa voimalaitosrakennuksessa. Kattila hyödyntää seuraavia voimalaitoksen olemassa olevia järjestelmiä, jotka ovat kattiloiden yhteiskäytössä:

- lauhdejärjestelmä
- syöttövesisäiliö ja kaasunpoisto
- öljysäiliö ja siirtopumput
- paineilmajärjestelmä
- apujäähdyttimen jäähdytysvesikierto
- sähkönjakelu uutta kattilalaitosta syöttävien kiskostojen osalta sekä toiminnassa olevien vanhan laitoksen järjestelmien osalta.

Taulukko 4. Apukattilan teknisiä tietoja.

Polttoaine	
Tyyppi	Por 420
Tehollinen lämpöarvo	41 MJ/kg
Tiheys (15 °C)	987 kg/m ³
Palamisilma	
Lämpötila	+25 °C
Suhteellinen kosteus	50 %
Höyry	
Lämpötila	220 °C
Paine	16 bar
Virtaama max.	70,3 t/h

Apukattila poikkeaa käyttöominaisuuksiltaan muista Aittaluodon höyry- kattiloista, esimerkiksi kattila käyttää polttoaineenaan raskasta polttoöljyä.

2.3 Prosessinkuvaus

Kattilalaitoksella kehitetty lämpöenergia siirretään putkistojen kautta kulutuskohteisiin. Siirtoaineena toimiva höyry on valmistettu raakavedestä (jokivedestä) vedenkäsittelylaitteistolla ja kemikalikoimalla siten, että syöttö- ja kattilavedelle asetetut kattilan paineluokkaa vastaavat laatuvaatimukset täyttyvät.

3 POLTTOAINEET

3.1 Aittaluodon voimalaitoksen polttoaineet.

Polttoaineina ovat jyrshinturve, puuperäiset polttoaineet sekä peltopolttoaineet. Ylösajoissa ja häiriötilanteissa leijupetikattiloissa polttoaineena käytetään myös raskasta polttoöljyä.

Polttoaineen energiasisältöön vaikuttavia tekijöitä ovat sen lämpöarvo, kosteus, tuhkapitoisuus. Polttoaineen tuhkan sulamislämpötila sekä mm. rikki- ja klooripitoisuus vaikuttavat kattiloiden käytettävyyteen.

Aittaluodon polttoainejakauma 2008:

- Turve 59%
 - Biopolttoaineet 33%
 - Kierrätyspolttoaineet 5%
 - Öljy 3%
- /9/

3.1.1 Puu polttoaineena

Aittaluodon voimalaitoksella käytetään polttoaineena puuta, sahanpurua, metsätähdettä, kuorta, kutteria ja puhdasta kierrätyspuuta. Puu on hiilidioksidipäästöjen kannalta ympäristöystävällinen, sillä poltossa syntyvän hiilidioksidin katsotaan sitoutuvan kasvavaan puustoon. Puupolttoaineiden hinta on kilpailukykyinen, lisäksi puulle on annettu verohelpotuksia, mikäli sitä käytetään sähköntuotantoon. Puun kuivan-aineen tehollinen lämpöarvo on yleensä 18 - 19,5 MJ/kg eli 5 - 5,4 kWh/kg.

3.1.2 Öljy polttoaineena

Leijukerroskattiloiden ylösajoissa tarvitaan öljyä petihiekan lämmitykseen, jotta kiinteän polttoaineen syöttö mahdollistuu. Öljyä tarvitaan myös silloin, jos kiinteän polttoaineen syötössä ilmenee häiriötä tai jos kiinteän polttoaineen energiasisältö on niin pieni, ettei se riitä pitämään kattilan tehoa riittävällä tasolla. Apukattilassa käytetään yksinomaan raskasta polttoöljyä.

3.1.3 Turve polttoaineena

Turve on pääasiassa kuollutta, eloperäistä kasvipohjaista ainesta, jota muodostuu erittäin kosteissa olosuhteissa. Uutta turvetta muodostuu turvesuon pinnalle, ja mitä syvemmällä turvekerros on, sitä vanhempi se on. Turve on hitaasti uusiutuvaa biomassaa. Turvetta on helppo varastoida jopa vuosia ja sen kosteuspitoisuus on talvisaikaan suhteellisen muuttumaton, 35-45%.

Turvetta sekoitettaessa puupolttoaineeseen tai kasvibiomassaan se vakauttaa polttoaineen keskimääräistä kosteuspitoisuutta sekä palaminen tehostuu ja korroosio ja kuonautuminen vähenevät. Turpeen avulla voidaan nostaa höyryn lämpötilaa ja lisätä sähköntuotannon tehokkuutta merkittävästi.

Aittaluodon voimalaitos käyttää pääasiassa jysinturvetta, jonka tehollinen lämpöarvo on ~20 MJ/kg.

3.1.3.1 Päästökauppa

Turve määritellään uusiutumattomaksi energialähteeksi, jonka johdosta Aittaluodon voimalaitos yli 20MW:n kattilatehoilla kuuluu päästökaupan piiriin.

Euroopan unionin päästökaupassa Euroopan komissio määrittelee kullekin päästökaupakaudelle päästöjen maksimimäärä vastaavan päästöoikeuksien kokonaispotin. Tämä kokonaispotti jaetaan eri jäsenvaltioille, joiden kansalliset päästökauppaviranomaiset jakavat maakohtaisen kiintiön teollisuus- ja energiantuotantolaitoksille. /6/

Hiilidioksidin päästöoikeuksien hinta oli 31.3.2010 noin 13 €/hiilidioksiditonnilta. /7/

4 TURVEPOLTTOAINEEN KÄSITTELY

4.1 Yleistä

Tärkein polttoaineen ominaisuus on sen lämpöarvo, joka ilmaisee polttoaineesta saatavan energian, yksikkönä MJ/kg. Toinen tärkeä ominaisuus on kosteus, joka vaikuttaa polttoaineen saapumistilan lämpöarvoon, savukaasumäärään ja savukaasujen kosteuteen.

Polttoaineen lämpöarvon kannalta puhutaan joko kalorimetrisesta eli ylemmästä lämpöarvosta tai tehollisesta eli alemmasta lämpöarvosta. Kalorimetrisessa lämpöarvon määrittämisessä on otettu huomioon veden höyrystymislämpö. Tehollinen lämpöarvo lasketaan vähentämällä ylemmästä lämpöarvosta kalorimetrissä tiivistyneen veden lauhtumislämpö. Alempi eli tehollinen lämpöarvo vastaa paremmin todellisia käyttöoloja, missä vesihöyryn lämpösisältöä ei pystytä hyödyntämään. Polttoaineen myynnissä käytetään tehollista lämpöarvoa.

Lämpöarvo laskenta määritetään seuraavasti

$$H_{u(kostea)} = H_{u(kuiva)} * (1 - x_{vesi}) - l_{25} * x_{vesi} \quad (1)$$

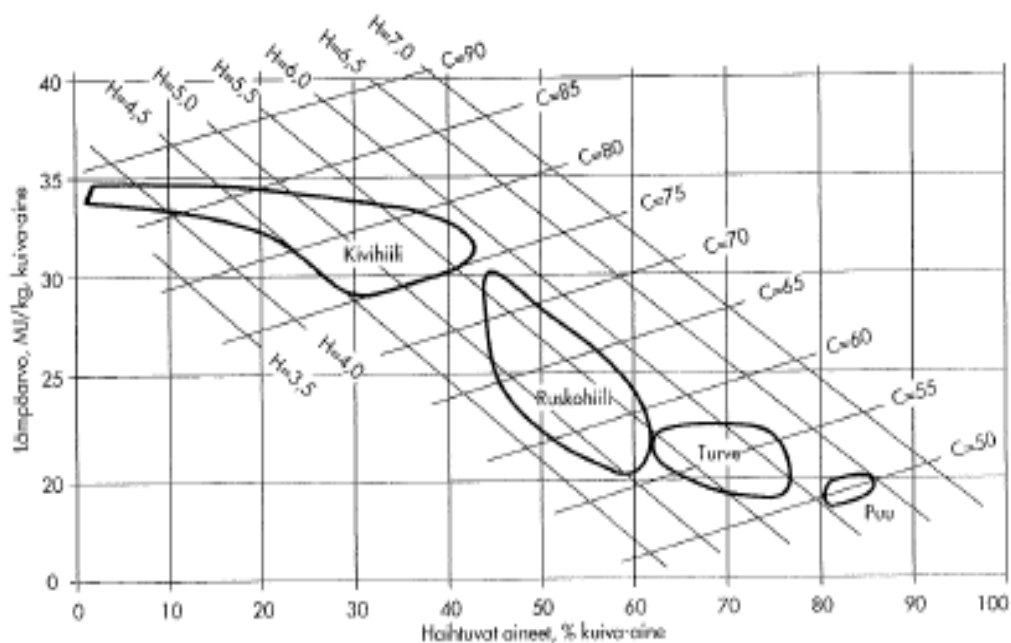
$H_{u(kostea)}$ = polttoaineen tehollinen lämpöarvo

$H_{u(kuiva)}$ = kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo

x_{vesi} = veden osuus kosteassa polttoaineessa

l_{25} = veden höyrystymislämpö (2,443 MJ/kg, kun $t=25\text{ °C}$)

Polttoaineen iän perusteella voidaan karkeasti todeta iäkkäiden polttoainelaatujen sisällön olevan hiilipitoisempaa ja vetypitoisuus vastaavasti pienentynyt., mistä johtuu myös haihtuvien aineiden väheneminen. Tavanomaisten polttoaineiden vertailu esitetty on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4 Kiinteiden polttoaineiden laadullinen vertailu.

Kuvassa 4 on vetypitoisuus merkitty H:lla ja hiilipitoisuus C:llä.

Polttoaineiden poltossa syntyy ympäristölle haitallisia päästöjä. Muun muassa polttoaineen sisältämät hiili, rikki, typpi ja kloori ovat keskeisimpiä ympäristölle haitallisia aineita.

4.2 Polttoaineen kosteuden määrittäminen

Kosteus on tavanomaisin ja merkittävä kiinteille polttoaineille määritelty ominaisuus. Kosteusmäärittäminen johtuu sen suorasta vaikutuksesta poltossa vapautuvaan lämpöenergiaan eli teholliseen lämpöarvoon.

Polttoaineiden kosteuden määrittely perustuu pääosin ISO 589 – menetelmään, jota käytetään kotimaisten polttoaineiden analyysihin. Muita menetelmiä ovat SS187184 (Biobränslen och torv) ja kivihiilelle käytettävä DIN 51718 – menetelmä Nestemäisten polttoaineiden mm. bioöljyjen määrittämiseen käytetään ASTM E 203 ja ASTM D 1744 - menetelmiä

Kosteusnäytteiden koko määräytyy käytettävän punnitustarkkuuden sekä polttoaineen palakoon mukaan. Punnitustarkkuuden ollessa 0,01 g punnitaan vähintään kaksi 30 - 100 g suuruista polttoainenäytettä. Punnitustarkkuus on 0,1g punnitaan kaksi 200 – 400 g suuruista polttoainenäytettä.

Näytteet kuivataan ilmastoidussa lämpökaapissa 105 ± 2 °C lämpötilassa vakipainoon. Useimmiten 16 tunnin kuivatusaika on riittävä, kun näyte on enintään 30 mm paksuisena kerroksena lämmön kestäväällä kuivatus alustalla. Näytteitä ei saa kuivata yli 24 tuntia. Kuivatuksen jälkeen näytteiden jäähtyminen tapahtuu eksikaattorissa huoneen lämpötilaan ja niiden punnitsiminen suoritetaan välittömästi sen jälkeen.

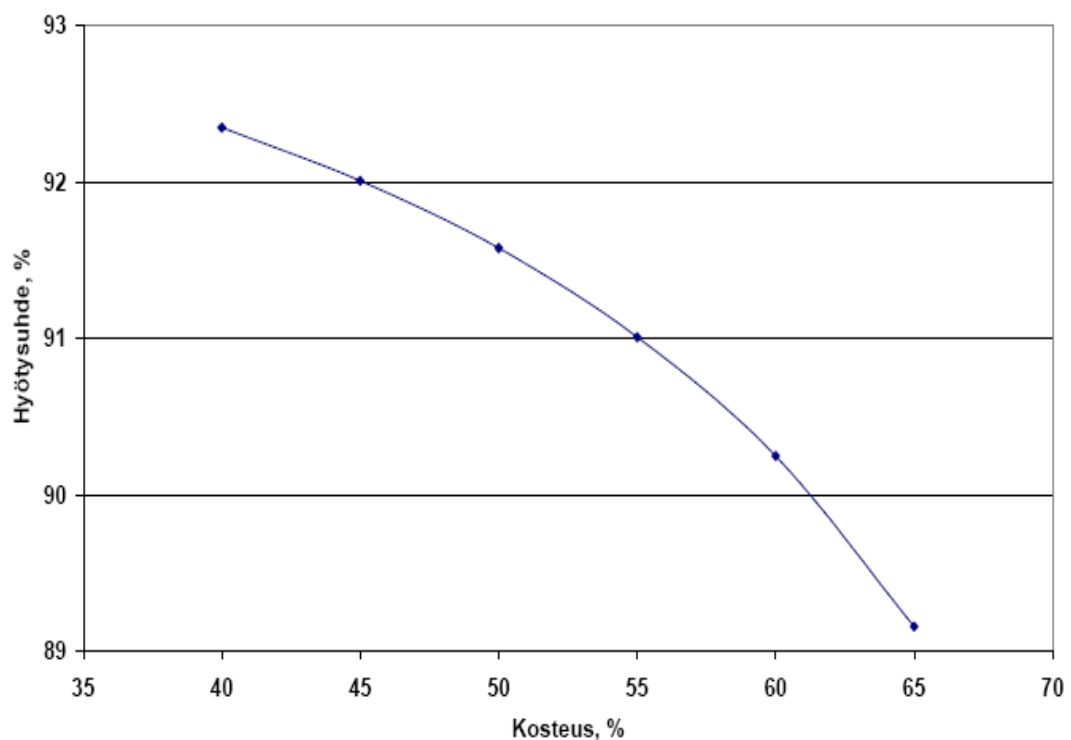
Näytteiden kosteus lasketaan kuivatuksen aikana tapahtuvasta massanmuutoksesta seuraavaa kaavaa noudattaen.

$$M_{ar} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100 \quad (2)$$

M_{ar} = märkäpainoa kohti laskettu kosteus saapumistilassa (%)

m_1 = märän näytteen massa (g)

m_2 = kuivatun näytteen massa (g)

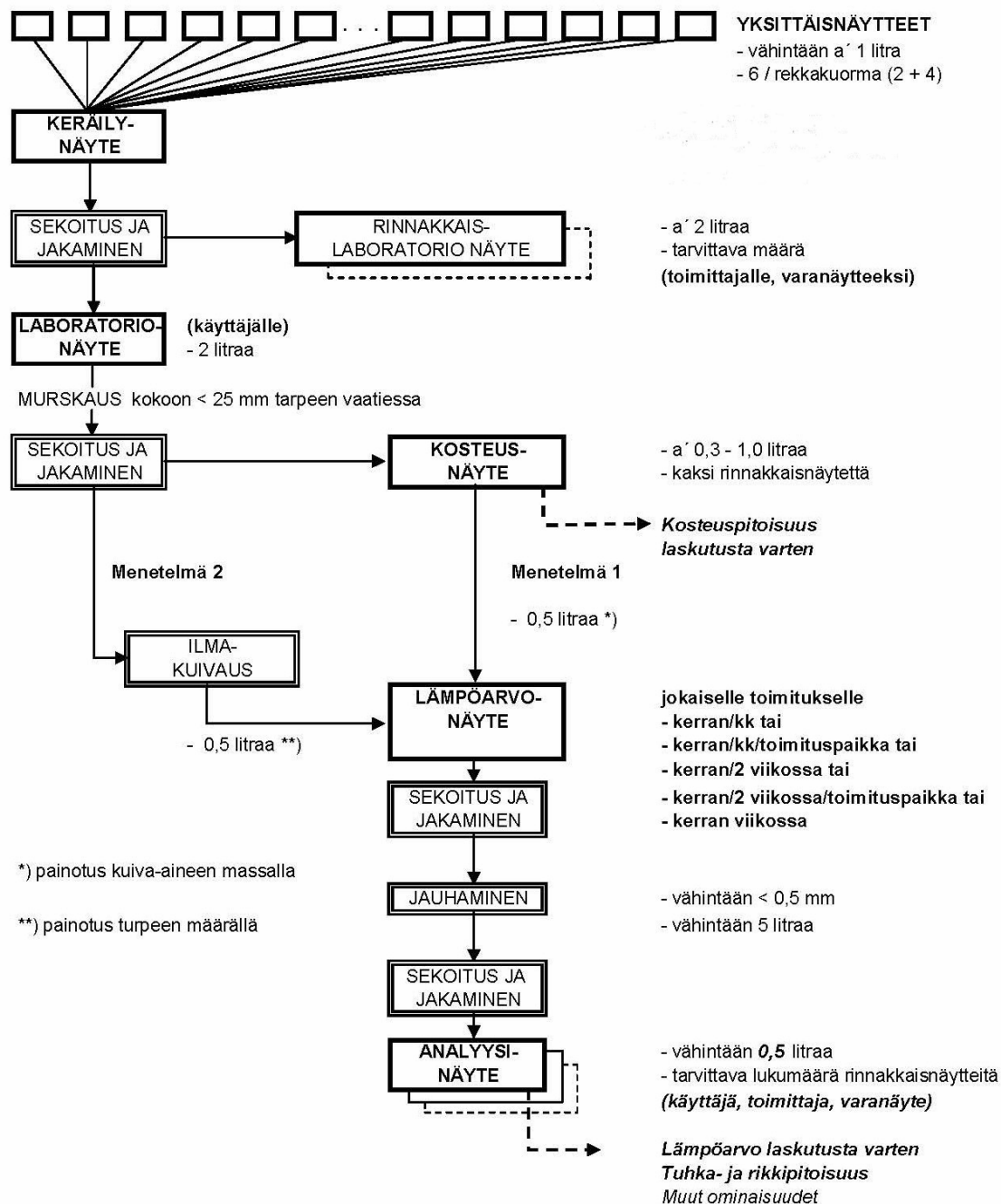


Kuva 5. Polttoaineen kosteuden vaikutus kattilahyötysuhteeseen. /11/

Kiinteällä polttoaineella 10 % - yksikön muutos vaikuttaa hyötysuhteeseen laskennallisesti 1 – 2 prosenttiyksikköä polttoaineen mitoituskosteuden mukaan. Hyötysuhteen ohella kosteus vaikuttaa kattilan tehoon. Useimmiten kiinteissä polttoaineissa on suuri vesipitoisuus. Kotimaisissa biopolttoaineissa, kuten puussa ja turpeessa on vesipitoisuus suuri n. 55-60%.

4.3 Näytteenotto

Kuvassa 6 on esitetty näytteenottotoiminnan periaate lohkokaaaviomuodossa.



Kuva 6. Näytteenoton periaatekaavio. /2/

Voimalaitokselle toimitetusta turvepolttoaineesta otettiin kuormakohtainen näyte-erä. Yksittäisnäytteiden lukumäärä oli riippuvainen toimitetun polttoaine-erän koosta seuraavasti:

kuormakoko	alle 50 m ³	yksittäisnäytteitä	2kpl (vastaa vetoautoa)
	50-120 m ³	„	4kpl (vastaa perävaunua)
	yli 120 m ³	„	6kpl (vastaa täyttä rekkakuormaa)

Yksittäisnäytteen vähimmäistilavuus on 1 litra.

Polttoainekuormakohtaisia yksittäisnäytteitä kertyy 2-6 kpl kuorman koosta riippuen. Vuorokausittain kertyneet yksittäisnäytteet kerättiin yhteen ja sekoitettiin riittävän suuren tilavuuden omaavassa sammiossa keskenään. Sammiossa sekaantuneista yksittäisnäytteistä kerättiin ilmatiiviiseen pussiin 5 litran suuruinen näyte. Tämä 5 litran näyte-erä oli vuorokausikohtainen kokoomanäyte, josta tehtiin kosteusmääritys.

Kaikille turvetta tuovien toimittajien polttoainekuormille tehdään samanlainen, edellä kuvattu toimenpiteiden sarja, sekoittamatta eri toimittajien tuotteita keskenään. Tutkimuksen aikana oli toimittajana ainoastaan Vapo Oy.

4.3.1 Näytteenottolaitteet

Kaikessa näytteenotossa yksittäiset näytteet on otettava niin, että näytteenottolaitteen tai –kauhan halkaisija tai aukko on vähintään 100 mm jysinturpeelle ja 300 mm palaturpeelle. Jos jysinturpe sisältää huomattavia määriä murskaantunutta puuta, vähimmäishalkaisija tai –aukko on 200mm.

Yksittäisnäytteiden tilavuus (näytteenottolaitteen tai –kauhan täyttöaste) on pidettävä vakiona turpeen laadusta riippumatta.

Jos näytteitä otetaan käsin, yksittäisnäytteet kerätään pitkävartisella näytteenottokauhalla.

Aittaluodon voimalaitoksella oli elokuussa 2009 käytössä ainoastaan käsin otettava näytteenottolaite (kuva 6)



Kuva 6. Näytteenottolaite (Kuva: Ari Viitala)

Suunnitteilla oli samaisena ajankohtana puoliautomaattinen näytteenottolaitteisto, jonka ohjaus oli suunniteltu polttoainekuorman tuojalle.

4.4 Polttoaineen analysointi

Vuorokausikohtaisesta koontinäytteestä otettiin huolellisesti sekoittaen noin viiden litran näyte. Näyte laitettiin sekoitusmyllyyn, (kuva 7), jossa näyte-erä sekoitettiin koostumukseltaan tasalaatuiseksi .

Tasalaatuinen näyte-erä käsiteltiin kohdan 4.2 mukaisesti punnitustarkkuuden ollessa 0,01g.



Kuva 7. Näyte-erän sekoitusmylly (Kuva: Ari Viitala)

Vuorokausikohtaisista, kosteusmäärittäyksissä kuivatuista näytteistä kerättiin näytteet lähetettäväksi Enas Oy:n Jyväskylän laboratorioon kuiva-aineen tehollisen lämpöarvon selvittämiseksi. Kuukausittain toimitetun näyte-erän suurus oli noin viisi litraa.

5 TURVEPOLTTOAINEEN NÄYTTEENOTTOTAPAHTUMA

Turvepolttoaineen näytönotto oli sisällytetty polttoaineen toimittajalle. Näytteen keräsi pääsääntöisesti polttoainekuorman kuljettaja.

Seurantajaksolla kerättiin myös voimalaitoksen henkilökunnan toimesta vertailunäyte.

Vertailunäytteitä määriteltäessä ei huomioitu päiväkohtaista kosteusprosenttia.

5.1 Kuljettajan ottama näyte

Kuljetusliikkeillä oli kahta eri purkaustapaa käyttävää kuljetuskalustoa. Toinen oli sivusta tyhjennettävä, josta purkaus tapahtui kallistamalla lastitilaa sivulle. Ohjaus tapahtui auton ohjaamosta.

Toinen oli lastaustilan perästä purettava, (kuva 8), jossa purkaus tapahtui päättymättömällä ketjuvedolla, joka toimii kuin kolakuljetin, ohjaus tapahtui vastaanottoaseman erillisessä huoneessa, jossa sijaitsi myös kuljettimien ohjaus varastosiiloille.



Kuva 8. Perästä purettava kuorma (Kuva: Ari Viitala)

Molempien autotyyppien kuljettajille oli ominaista samantyylinen näytteenottotapa. Näyte-erä kerättiin viiden litran näytteenottopussiin vastaanottoaseman purkaussillalta, (kuva 9), vastaanottokaukalon kaiteen päältä siinä vaiheessa kun purkauksessa ylivalunutta turvepolttoainetta lakaistiin kaukaloon tai vastaanottokaukalosta kuorman päältä, (kuva 10).



Kuva 9. Polttoaineen vastaanottoaseman purkaussilta (Kuva: Ari Viitala)



Kuva 10. Purkauskaukalo (Kuva: Ari Viitala)

Edellä mainittujen lisäksi oli myös tapauksia, jolloin näytettä ei otettu lainkaan.

5.2 Vertailunäytteen ottotapahtuma

Vertailunäyte otettiin kuormakohtaisesti ohjeen mukaan (kappale 4.3). Näyte kerättiin purkaustapahtuman aikana. Näytteeseen otettiin edustava läpileikkaus polttoainekuormasta työskennellen irrallaan kuljettajan vaikutuspiiristä ja eliminoimalla vertailunäytteen näytteenottotapahtuman vaikutusta kuljettajan näytteenottotapahtuman suoritukseen.

6 TUTKIMUSNÄYTTEITTEN ANALYSONTI

Kuormakohtaisista näyte-eristä tehtiin kaksi saman kokoluokan näytettä kosteuspitoisuuden määrittämiseksi. Kuljettajan ottamasta näytteestä ja vertailunäytteestä tehtyä kosteusmääritystä ei käytetty vuorokausikohtaisen kosteusmäärityksen lopputulokseen. Näyte-erien kokoluokat pyrittiin pitämään samansuuruisina tutkimuksen ajan.

Aikavälillä 13.8 – 20.8.2009 näytteiden oton ja kosteusmäärityksen suoritti kesäharjoittelijana ollut Ari Viitala. Tuloksista tehtiin mittauspöytäkirja (Liite 1).

Aikavälillä 31.8 – 8.10.2009 näytteiden otossa ja kosteusmäärityksessä oli avustajana kesäharjoittelijana ollut Ilkka Kallio. Tuloksista tehtiin mittauspöytäkirja (Liite 2, Liite 3, Liite 4)

Elokuussa 2009 tutkittiin myös kuuden työpäivän aikana turpeen kosteuspitoisuutta varastosiilon jälkeen. Näyte otettiin jokaisena päivänä samaan aikaan, kello 14.30. Tuloksista tehtiin mittauspöytäkirja (Liite 5)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimus osoittaa selvästi näytteenoton merkityksen polttoaineen kosteuspitoisuuden määräytymiseen. Lopputulos on erittäin riippuvainen näytteenottajan motivoituneisuudesta ohjeiden noudattamiseen.

Kokoomanäytteen ottaminen virheellisesti vaikuttaa näytteen kosteuteen plus miinus 1 % (Liite 1). Purkauksen aikana kevyempi kerros (vrt. pöly) väistyy kuorman keskellä olevan raskaamman kerroksen tieltä. Tämä kevyempi, pölymaisempi polttoaine laskeutuu ympäri purkaustilaa, vääristäen kosteusmäärityksen, mikäli näyte kerätään vain purkauskuilussa olevan polttoaineen pintakerroksesta tai purkauslaiturilta, ennen ylivaluneen polttoaineen siivousta.

Keskimääräinen, tuodun polttoainekuorman nettopaino on noin 36000kg. Yhden prosentin virhe kosteusmäärityksessä, todelliseen kosteuteen verrattuna, tarkoittaa 360kg:n ylimääräistä vesikuormaa polttoainekuormaa kohti. Tehollisesti tämä on noin yksi megawattitunti, jonka hinta oli tilastokeskuksen tiedon mukaan 10,16€ joulukuussa 2009. Jokaisessa tuodussa polttoainekuormassa on näin ollen tuo 10,16€ ylimääräistä hintaa, virheellisestä näytteenotosta johtuen./3/

Tässä tutkimuksessa analysoitiin yhteensä 82 polttoainekuormaa ja laskettaessa kaikista mittauspöytäkirjoista kuormien ja vertailunäytteitten kosteuspitoisuuksien keskiarvot, päädytään lopputulokseen 0,01 prosenttiin liian kuivaan polttoaineeseen, joka taloudellisesti tarkoittaa noin 1kg ylimääräistä vesikuormaa tutkittujen polttoainekuormien osalta.

Vuonna 2009 Aittaluodon voimalaitos vastaanotti yhteensä 1turvepolttoainekuormaa.

Taulukko 5. Turvepolttoaineen tiedot 2009 /5/

Turvekuormat	1 kpl
Nettopaino	1 kg
Kosteuspitoisuus ka.	1 %
Tehollinen lämpöarvo ka.	1 MJ / kg
Megawattitunnit	1 MWh

7.1 Tarkastelu laskelma tutkimuksen osalta

$$11t * 0,0082 * \frac{3MWh}{11t} * 10,16 \frac{€}{MWh} = 0€ , \text{ jossa}$$

0,0082 = Tutkimuksessa selvitetty virheprosentti

1t = Vuonna 2009 vastaanotettu polttoainemäärä tuhansina kiloina

3MWh = Vuonna 2009 polttoaineesta saatu energiamäärä

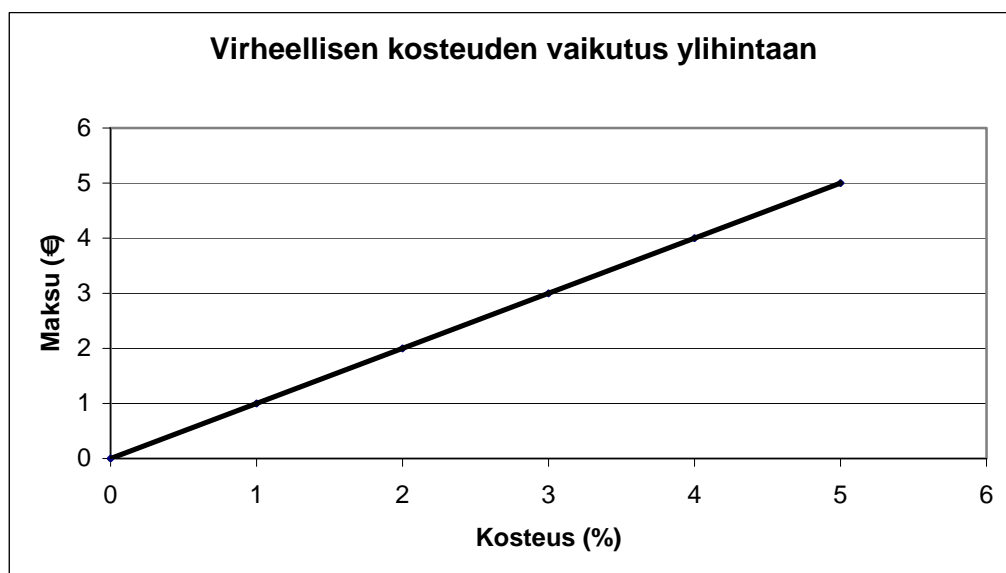
10,16€ = Polttoaineen hinta joulukuussa 2009

Vuositasolla Pori Energia Oy:n menetykset ovat noin 1 €n luokkaa, kun laskennan lähtö kohtana on vain 1 % vuotuisesta turvepolttoaine määrästä.

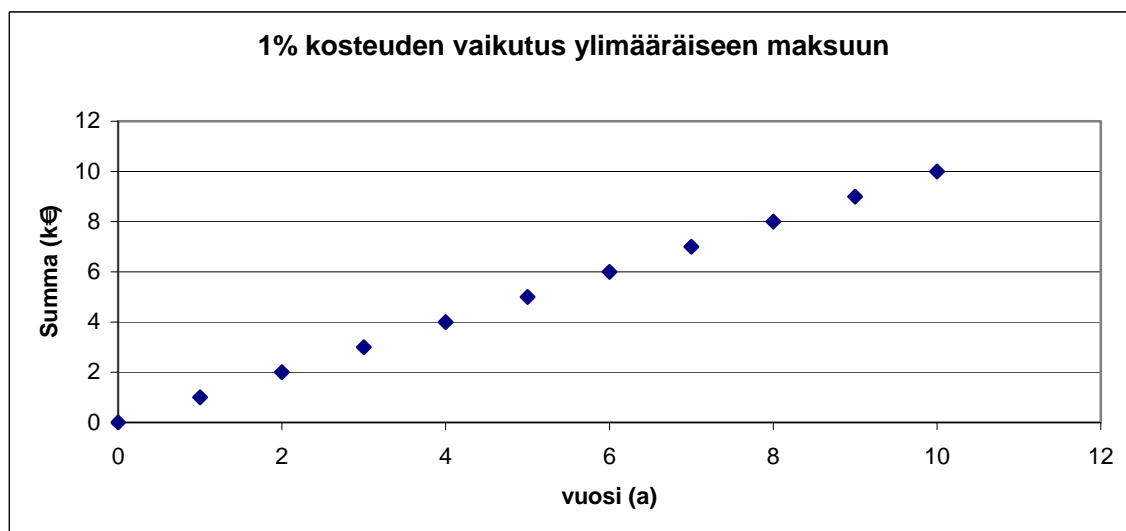
Edellä olevat tiedot ovat pohjana luvun 7.2 tarkastelun kaavioihin.

7.2 Tarkastelu virheiden vaikutuksesta vuositasona

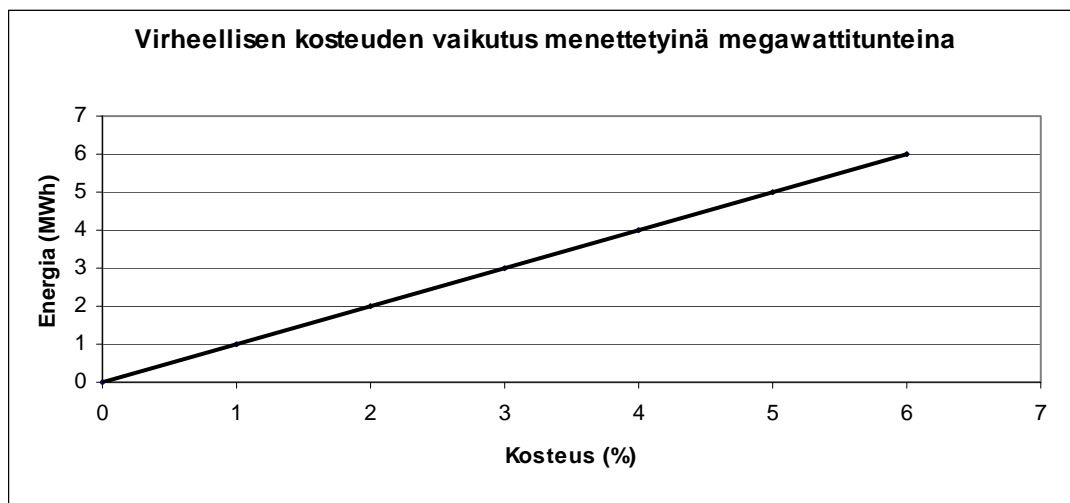
Kaaviot on toteutettu tutkimuksesta saaduilla tiedoilla. Kosteuspitoisuuden virhemarginaali on 2,70 % verrattuna Vapo Oy:n ilmoittamaan. /4/



Kaavio 1. Virheellisen kosteuden vaikutus ylihintaan, vuoden 2009 tiedoilla, energian vakio hinnalla 10,16 €/MWh.



Kaavio 2. Virheellisen (1%) kosteuden vaikutus ylihintaan, kohoavalla energian hinnalla, 4% vuodessa. Vuoden 2009 tiedoilla, seuraavat 10 vuotta.



Kaavio 3. Virheellisen kosteuden vaikutus menetettyyn energiaan, vuoden 2009 tiedoilla.

8 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Toimenpide-ehdotusosiossa käsitellään joitakin toimintamalleja, joilla turpeen kosteusmääritys saatetaan mahdollisimman lähelle totuutta. Ehdotuksissa ei ole paneuduttu syvälle meneviin teknisiin toteutuksiin, vaan ne on jätetty vapaasti suunnittelijan valittavaksi. Toimenpiteet on kerrottu pääpiirteittäin.

8.1 Käsinäytteenotto

Käsin suoritettavasta näytteenotosta olisi mahdollisuuksien mukaan, päästävä nopeasti eroon, pois lukien pakottavan tilanteen esimerkiksi koneellisen näytteenoton ollessa toimintakyvytön. Toimintatapa mahdollistaa helposti virheellisen näytteenoton suorittajan näytteenotonaikaisen motivaation ollessa minimissä.

Käsin otettavaa näytteenottoa jouduttaessa kuitenkin käyttämään, virheiden minimoimista voidaan toteuttaa pitämällä ajan tasalla näytteenotosta vastaavan henkilöstön tietotaidon ja pistokokein suoritettava vertailunäytteiden kokoaminen.

8.2 Puoliautomaattinen näytteenotto

Puoliautomaattinen näytteenottolaitteisto poistaa suurelta osin näytteenottajan motivaatiosta riippuvan näytteenoton virhesuorituksen laitteistoa käytettäessä ohjeiden mukaisesti.

Laitteisto olisi mahdollisuuksien mukaan rakennettava mahdollisimman ilmatiiviiksi estämään näytteen kuivumisen ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta ennen näyte-erän poistoa kosteusmääritykseen.

Näytteen keräyskaukalon rakentaminen kääntyväksi keräysruuvien ympäri, toteutettuna automaatio-ohjauksella, poistaa mahdollisuuden edellisestä käyttökerrasta jääneen kuivuneen polttoaineen. Se estämään muun kuin turpeen kulkeutumisen näytteen keräyskammioon.

Laitteistoon olisi liitettävä myös sekoitusrumpu. Sekoitusrummulla saadaan ennen näyte-erän poistoa keräyskammion seinille tiivistynyt kosteus mukaan, jolloin kosteusmääritys ei anna polttoaineesta todellista kuivempaa tulosta.

8.3 Automaattinen näytteenotto

Automaattinen näytteenottojärjestelmä on toimintatavoista virheettömin, poistaen tehokkaasti virheellisten toimintatapojen mukanaan tuoman vääristyneen lopputuloksen.



Kuva 11. Automaattinen näytteenottolaitteisto Aittaluodon voimalaitoksen Seikun sahan puupolttoaineen kuljettimessa. (Kuva: Ari Viitala)

Kuvassa 11 on kuvattu automaattinen näytteenottolaitteisto, jonka tyylinen sopisi esimerkiksi turpeen varastosiilosta tulevan syöttöaukon yhteyteen.

Syöttöaukosta tulevaa polttoainevirtaa analysointiin elokuussa 2009 (Liite 5). Tutkimustulokseen pitää kuitenkin suhtautua kriittisesti analyysien pienen määrän takia.

Toimintatapa olisi toteutettavissa, mikäli varastosiiloon toimitetaan ainoastaan yhden toimittajan polttoainetta ja on varmistettu ettei siiloon kulkeudu ulkoisista lähteistä kosteutta, joka vääristäisi polttoaineen kosteuspitoisuutta.

Laitteiston rakenne tulisi olla mahdollisimman ilmatiivis, lisättynä sekoitusrummulla vrt. kohta 8.2

Toimintatavan edellytyksenä on mahdollisesti kaikkien tällä hetkellä olemassa olevien sopimusten uudelleen sopiminen, kuten esimerkiksi turpeen vastaanottohetken kosteuspitoisuuden uudelleen määrittäminen eri ajankohtaan.

8.4 Näytteenottotapahtuman poistaminen

Edellä esitettyjen toimintatapojen lisäksi, selvitettäväksi voisi ottaa myös mahdollisuuden poistaa näytteenottotapahtuman suorituksen voimalaitoksella kokonaan.

Vapo Oy:n ilmoittama toimitetun jysinturpeen keskimääräinen kosteusprosentti on 46 - 47 %. /4/ Vuoden 2009 Aittaluodon voimalaitoksen vastaanoton aikaisen kosteusmäärityksen lopputulos oli 1 %.

Näitä tietoja hyväksi käyttäen voisi olla mahdollista neuvotteluin saada aikaan tulos, joka mahdollistaisi kiinteän maksun turpeesta saatavaan energian hintaan.

Toteutuessaan kiinteä hinta ei sulje pois kosteuspitoisuuden tarkkailua.

LÄHTEET

- /1/ Santikko Markku , mp - esilämmittimen ajotapa-analyysi sähkön- ja lämmöntuotannon optimoimisessa 2007 [viitattu 28.3.2010] saatavissa:
https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/970/Santikko_Markku?sequence=1
- /2/ Energiaturpeen laatuohje 2006 [viitattu 28.3.2010] saatavissa:
<http://www.energia.fi/content/root%20content/energiateollisuus/fi/kaukolampo/kirjasto/julkaisut/liitteet/energiaturpeen%20laatuohje%202006.pdf?SectionUri=%2Ffi%2Fkaukolampo%2Fkirjasto%2Fjulkaisut>
- /3/ Tilastokeskus tiedonkeruujärjestelmä [viitattu 28.3.2010] saatavissa:
http://www.tilastokeskus.fi/til/ehkh/2009/03/ehkh_2009_03_2009-12-16_tie_001.html
- /4/ Vapo Oy jysinturve [viitattu 28.3.2010] saatavissa:
http://www.vapo.fi/fin/kunta_ja_yritysassiakkaat/biopolttoaineet/energiaturve/jysinturve/?id=157
- /5/ Pori Energia Oy my commity tiedontallennusjärjestelmä [viitattu 28.3.2010]
- /6/ Päästökauppa [viitattu 3.4.2010] saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Päästökauppa>
- /7/ Nord Pool market [viitattu 3.4.2010] saatavissa:
<http://www.nordpool.com/en/asa/Markets/Emissions/EUACER2/>
- /8/ Lounais-Suomen ympäristökeskus, ympäristölupapäätös 114YLO [viitattu 3.4.2010] saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=114203&lan=fi>
- /9/ Pori Energia Oy vuosiraportit [viitattu 3.4.2010] saatavissa:
<http://www.porienergia.fi/index.php?action=item-view&item-action=view&item-hash=2e6c0e2b424d289e042038104637b9c8>

- /10/ Ekman, E, Kiinteiden polttoaineiden koostumus ja muut ominaisuudet. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tiedonanto 23, Espoo 1979, 23p.
- /11/ LähdeVTT tutkimusraportti, PR02/6095/03, 10.03.04

LIITELUETTELO

LIITE 1 Mittauspöytäkirja 13.8.2009 - 20.8.2009

LIITE 2 Mittauspöytäkirja 31.8.2009 - 8.9.2009

LIITE 3 Mittauspöytäkirja 9.9.2009 - 22.9.2009

LIITE 4 Mittauspöytäkirja 24.9.2009 – 8.10.2009

LIITE 5 Mittauspöytäkirja kuljetin

Liite 1

pvm.	rek.no.	kuljettajan ottama näyte	kosteus	vertailunäyte	kosteus	ero
		taara - brutto - netto (g)	(%)	taara - brutto - netto (g)	(%)	(%)
13.8.2009	RKG-780	8,21 - 58,59 - 36,86	43,07	10,03 - 60,09 - 37,04	46,04	2,97
	AVI-806	9,74 - 59,84 - 37,86	43,87	9,93 - 60,24 - 37,55	44,22	0,35
14.8.2009	FJE-420	8,27 - 49,39 - 32,00	42,29	9,81 - 50,31 - 33,21	42,22	-0,07
	EOG-758	9,78 - 59,95 - 42,15	35,48	10,05 - 60,50 - 37,47	45,65	10,17
17.8.2009	FJE-420	7,76 - 48,07 - 29,27	46,63	9,83 - 50,89 - 32,13	45,69	-0,94
	AKY-316	10,04 - 60,33 - 38,79	43,01	9,84 - 52,75 - 30,80	51,15	8,14
18.8.2009	CGU-142	10,14 - 60,89 - 39,54	42,07	10,34 - 60,96 - 38,80	43,78	1,71
	CGU-268	9,84 - 60,42 - 38,93	42,49	7,75 - 58,21 - 34,77	46,45	3,96
	EOG-758	9,85 - 60,47 - 43,97	32,60	7,34 - 59,77 - 39,41	38,83	6,23
19.8.2009	HAZ-136	7,75 - 58,42 - 33,73	48,73	9,85 - 69,69 - 35,48	49,59	0,86
	RKG-780	9,99 - 60,11 - 36,13	47,85	8,29 - 60,11 - 35,51	47,47	-0,38
20.8.2009	FJE-420	7,41 - 58,22 - 34,25	47,18	10,54 - 60,85 - 36,99	47,43	0,25
	OVY-870	9,55 - 60,30 - 36,94	46,03	7,99 - 58,00 - 33,11	49,77	3,74
	AKY-316	7,51 - 57,67 - 35,33	44,54	8,39 - 59,54 - 35,42	47,16	2,62
	YKA-557	10,15 - 61,51 - 35,15	51,32	7,36 - 58,14 - 33,16	49,19	-2,13
Otettujen näytteitten kosteuksien keskiarvo (%)			43,81		46,31	2,50

Liite 2

pvm.	rek.no.	kuljettajan ottama näyte taara - brutto - netto (g)	kosteus (%)	vertailunäyte taara - brutto - netto (g)	kosteus (%)	ero (%)
31.8.2009	EOG-758	9,91 - 64,46 - 43,17	39,03	10,04 - 64,70 - 42,26	41,05	2,02
	CGU-142	7,88 - 59,07 - 34,84	47,33	8,40 - 57,84 - 33,56	49,11	1,79
	CGU-268	7,66 - 57,24 - 32,44	50,02	10,07 - 58,19 - 34,24	49,77	-0,25
	AKY-316	7,24 - 56,23 - 33,01	47,40	7,30 - 54,64 - 31,87	48,10	0,70
	FJE-420	7,78 - 56,19 - 32,17	49,62	9,58 - 57,71 - 34,38	48,47	-1,15
	RKG-780	9,26 - 56,11 - 34,69	45,72	9,92 - 58,34 - 35,55	47,07	1,35
1.9.2009	BBI-854	9,95 - 53,07 - 31,85	49,21	10,09 - 56,29 - 34,32	47,55	-1,66
	EOG-758	7,70 - 61,83 - 40,49	39,42	7,68 - 59,70 - 38,83	40,12	0,70
	AVI-806	8,37 - 58,42 - 36,83	43,14	7,84 - 52,42 - 32,51	44,66	1,52
2.9.2009	AKY-316	7,75 - 51,39 - 30,59	47,66	9,88 - 54,73 - 33,13	48,16	0,50
	BBI-854	10,03 - 58,86 - 34,89	49,09	7,33 - 54,92 - 31,12	50,01	0,92
	BBI-854	10,07 - 60,41 - 34,90	50,68	8,02 - 51,02 - 29,73	49,51	-1,17
	AKY-316	9,92 - 55,93 - 31,77	52,51	9,79 - 55,76 - 32,11	51,45	-1,06
	BBI-854	7,99 - 56,75 - 29,09	56,73	7,60 - 54,92 - 27,50	57,95	1,22
3.9.2009	AVI-806	9,88 - 52,74 - 32,69	46,78	7,81 - 56,43 - 32,65	48,91	2,13
	FJE-420	9,84 - 46,57 - 28,75	48,52	9,98 - 44,58 - 28,00	47,92	-0,60
	BBI-854	7,25 - 50,37 - 28,49	50,74	8,40 - 49,79 - 29,04	50,13	-0,61
	AKY-316	9,79 - 55,91 - 33,43	48,74	9,75 - 54,43 - 31,75	50,76	2,02
4.9.2009	IPI-831	7,26 - 50,98 - 29,26	49,68	7,76 - 49,32 - 28,19	50,84	1,16
	AKY-316	7,69 - 53,62 - 30,31	50,75	9,83 - 58,97 - 34,34	50,12	-0,63
	RKG-780	7,30 - 57,06 - 32,02	50,32	9,82 - 57,15 - 33,56	49,84	-0,48
	HAZ-136	7,23 - 60,16 - 35,73	46,16	7,48 - 54,63 - 31,62	48,80	2,64
7.9.2009	HAZ-136	9,97 - 67,74 - 32,78	60,52	7,24 - 55,97 - 27,91	57,58	-2,94
	AVI-806	9,70 - 69,92 - 31,42	63,93	10,03 - 71,22 - 31,66	64,65	0,72
	AKY-316	7,25 - 57,97 - 32,07	51,06	7,47 - 58,55 - 31,76	52,45	1,39
8.9.2009	RKG-780	7,73 - 56,05 - 28,10	57,84	7,38 - 61,25 - 30,22	57,60	-0,24
	FJE-420	9,98 - 67,99 - 35,71	55,65	7,27 - 57,60 - 29,99	54,86	-0,79
	BBI-854	7,69 - 57,05 - 27,05	60,78	9,81 - 60,99 - 30,47	59,63	-1,15
Otettujen näytteitten kosteuksien keskiarvo (%)			50,32		50,61	0,29

Liite 3

pvm.	rek.no.	kuljettajan ottama näyte taara - brutto - netto (g)	kosteus (%)	vertailunäyte taara - brutto - netto (g)	kosteus (%)	ero (%)
9.9.2009	AVI-806	7,68 - 51,50 - 30,05	48,95	7,24 - 51,63 - 29,31	50,28	1,33
	EOG-758	9,80 - 58,29 - 38,34	41,14	7,27 - 56,69 - 36,03	41,80	0,66
10.9.2009	AKY-316	9,69 - 60,08 - 36,91	45,98	9,81 - 63,55 - 39,30	45,12	-0,86
	BBI-854	9,93 - 67,49 - 41,65	44,89	7,25 - 59,25 - 35,37	45,92	1,03
	AKY-316	7,78 - 64,36 - 39,51	43,92	7,83 - 61,59 - 38,12	43,66	-0,26
	CGU-142	7,88 - 59,99 - 37,01	44,10	9,59 - 63,76 - 40,24	43,42	-0,68
11.9.2009	HAZ-136	7,68 - 45,63 - 29,42	42,71	7,90 - 51,08 - 32,04	44,09	1,38
	AVI-806	9,91 - 55,94 - 35,00	45,49	7,23 - 54,89 - 34,07	43,68	-1,81
	LYR-495	9,66 - 54,02 - 34,61	43,76	9,81 - 61,86 - 38,80	44,30	0,54
14.9.2009	RKG-780	7,82 - 55,52 - 35,11	42,79	7,66 - 50,27 - 32,01	42,85	0,06
	HAZ-136	7,21 - 59,89 - 35,03	47,19	9,90 - 67,17 - 39,25	48,75	1,56
15.9.2009	AVI-806	9,66 - 51,33 - 33,49	42,81	9,76 - 59,11 - 38,00	42,78	-0,03
	HAZ-136	7,22 - 52,87 - 33,09	43,33	9,89 - 58,46 - 37,87	42,39	-0,94
	HAZ-136	9,84 - 73,33 - 45,45	43,91	9,98 - 76,41 - 47,91	42,90	-1,01
16.9.2009	BBI-854	7,19 - 51,59 - 32,07	43,96	9,76 - 62,80 - 39,71	43,53	-0,43
	AKY-316	9,86 - 60,47 - 38,41	43,59	9,56 - 50,97 - 32,61	44,34	0,75
17.9.2009	BBI-854	9,79 - 66,43 - 37,72	50,69	9,86 - 69,60 - 38,81	51,54	0,85
	HAZ-136	9,63 - 55,64 - 35,75	43,23	9,93 - 68,10 - 42,23	44,47	1,24
18.9.2009	AKY-316	7,75 - 52,01 - 31,51	46,32	9,57 - 54,39 - 33,46	46,70	0,38
	LYR-495	9,80 - 65,25 - 41,39	43,03	7,78 - 61,13 - 37,57	44,16	1,13
	CGU-142	7,66 - 51,47 - 29,92	49,19	7,21 - 56,89 - 32,79	48,51	-0,68
21.9.2009	AVI-806	7,64 - 60,32 - 34,89	48,27	7,20 - 56,02 - 33,12	46,91	-1,36
	RKZ-832	7,72 - 72,67 - 43,33	45,17	9,77 - 75,33 - 44,65	46,80	1,63
	HAZ-136	7,73 - 58,84 - 37,47	41,81	9,56 - 64,27 - 40,79	42,92	1,11
22.9.2009	RKG-780	8,37 - 62,26 - 38,88	43,38	9,57 - 57,07 - 36,11	44,13	0,75
Otettujen näytteitten kosteuksien keskiarvo (%)			44,78		45,04	0,26

Liite 4

pvm.	rek.no.	kuljettajan ottama näyte taara - brutto - netto (g)	kosteus (%)	vertailunäyte taara - brutto - netto (g)	kosteus (%)	ero (%)
24.9.2009	EOG-758	7,19- 60,13 - 36,36	44,90	7,73 - 59,29 - 35,29	46,55	1,65
	AKY-316	7,81 - 59,52 - 35,99	45,50	9,98 - 61,33 - 37,84	45,74	0,24
25.9.2009	HAZ-136	7,20 - 75,69 - 47,16	41,66	7,69 - 78,38 - 46,12	45,64	3,98
28.9.2009	CGU-142	9,98 - 64,22 - 38,38	47,64	7,38 - 59,99 - 34,17	49,08	1,44
	AKY-316	9,69 - 58,20 - 33,89	50,11	7,78 - 56,64 - 32,70	49,00	-1,11
29.9.2009	FJE-420	7,19 - 66,63 - 35,59	52,22	7,68 - 63,21 - 33,75	53,05	0,83
	RKZ-837	7,68 - 61,11 - 34,00	50,74	9,54 - 68,79 - 38,88	50,48	-0,26
5.10.2009	BBI-854	7,45 - 62,92 - 34,33	51,54	7,30 - 71,24 - 39,06	50,33	-1,21
	BBI-854	9,77 - 59,55 - 37,01	45,28	9,55 - 88,05 - 49,48	49,13	3,85
	RKG-780	7,69 - 54,56 - 30,95	50,37	9,76 - 82,92 - 44,43	52,61	2,24
8.10.2009	CGU-142	9,80 - 54,51 - 34,12	45,61	7,73 - 56,72 - 34,69	44,97	-0,64
	BBI-854	9,61 - 59,43 - 38,09	42,83	9,93 - 64,72 - 40,35	44,48	1,65
	RKG-780	7,76 - 54,99 - 34,24	43,93	9,55 - 53,94 - 34,06	44,78	0,85
	AVI-806	7,32 - 52,61 - 34,01	41,07	7,66 - 49,27 - 31,45	42,83	1,76
Otettujen näytteitten kosteuksien keskiarvo (%)			46,67		47,76	1,09

Liite 5

pvm.	taara - brutto - netto (g)	kosteus (%)
13.8.2009	7,72 - 57,71 - 35,89	43,65
14.8.2009	7,26 - 57,38 - 35,53	43,6
17.8.2009	10,10 - 60,43 - 38,54	43,49
18.8.2009	9,51 - 60,54 - 37,78	43,11
19.8.2009	9,87 - 60,14 - 37,28	45,47
20.8.2009	9,91 - 59,60 - 32,54	44,38
Otettujen näytteitten kosteuksien keskiarvo (%)		43,95